



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

## ÚSTAV AUTOMATIZACE A INFORMATIKY

INSTITUTE OF AUTOMATION AND COMPUTER SCIENCE

# VYUŽITÍ MOBILNÍCH ROBOTŮ V ZAHRADNICTVÍ

USING OF MOBILE ROBOTS IN THE GARDEN

## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

## AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Lukáš Kalvoda

## VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Branislav Lacko, CSc.

BRNO 2016



## Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav automatizace a informatiky  
Student: **Lukáš Kalvoda**  
Studijní program: Strojírenství  
Studijní obor: Aplikovaná informatika a řízení  
Vedoucí práce: **doc. Ing. Branislav Lacko, CSc.**  
Akademický rok: 2015/16

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

### Využití mobilních robotů v zahradnictví

#### **Stručná charakteristika problematiky úkolu:**

Studie možností využití různých typů mobilních robotů v zahradnictví

#### **Cíle bakalářské práce:**

Vytvořit seznam a popis různých mobilních robotů určených pro použití v zahradě  
Vyjmenovat jejich využití a přínosy pro uživatele.  
Charakterizovat problémy s jejich využitím.

#### **Seznam literatury:**

NOVÁK, P. Mobilní roboty. Praha: BEN Praha, 2005. 247s. ISBN 80-7300-141-1

KÁRNÍK, L. Nasazování servisních robotů do nestrojírenských oblastí. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2010. 133 s. ISBN 978-80-248-2318-8.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2015/16

V Brně, dne

L. S.

-----  
Ing. Jan Roupec, Ph.D.  
ředitel ústavu

-----  
doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.  
děkan fakulty

## ABSTRAKT

V této bakalářské práci se zabývám užitím robotů v domácnosti, především tedy na zahradě. Cílem práce je nejprve naznačit co si pod pojmem robotika vůbec máme představit, stanovit nynější problémy robotiky, jak v České Republice, tak v zahraničí a nastínit, jaký význam pro nás představuje. Následně bude podrobněji popsána servisní robotika, do které zahradní robotické soustavy patří. Následně bude popsána způsob užívání robotických sekaček. V poslední části jsem se zaměřil zvláště na přínos a potíže pro uživatele. V této části jsem též zmínil cenu některých vybraných strojů.

## ABSTRACT

This thesis is focusing on robots and their use in household, especially in outside garden. Goal of thesis is indicate what term robotics means at first, whats hiding behind this word and determine current problems of robotics in Czech republic as well as abroad and outline what meaning this branch has. Further in this thesis I will describe service robotics in great detail, where the category of garden helpers belongs. Then the ways of using of robotic lawn mowers will be described. In the last part I've concentrated on advantages and disadvantages for users, eventually on some problems that may occur. In this part I've also mentioned the selling prices of chosen lawn mowers).

## KLÍČOVÁ SLOVA

Sekačky, robot, robotické sekačky, zahradní technika, servisní robotika

## KEYWORDS

Lawnmowers, robot, robotic lawnmowers, garden equipment, servis robotics



# PROHLÁŠENÍ O ORIGINALITĚ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně dle pokynů vedoucího a s použitím uvedené odborné literatury.

V Brně, dne 20. 5. 2016

## BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

KALVODA, L. *Využití mobilních robotů v zahradě*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2016. 49 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Branislav Lacko, CSc.





# PODĚKOVÁNÍ

Především bych rád poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce doc. Ing. Branislav Lacko, CSc. za odborné vedení, veškerý jeho čas a ochotu mi pomáhat při vypracování mé bakalářské práce. Dále srdečné díky patří celé mé rodině, za to, že mě podporovali při celé době studia a byli mi velkou oporou.



# Obsah

1	Úvod .....	14
2.	Servisní robotika .....	16
2.1.	Základní vymezení .....	16
2.2.	Rozdělení mobilních robotů .....	17
2.2.1	Roboti pracující na zemi .....	17
2.2.2	Roboti pracující ve vodě .....	18
2.2.3	Roboti pracující ve vzduchu.....	18
2.2.4	Roboti pracující ve vesmíru .....	19
2.3	Dělení servisní robotiky .....	19
2.3.1	Servisní roboti ve zdravotnictví .....	19
2.3.2	Servisní roboti ve stavebnictví .....	20
2.3.3	Servisní roboti v městském prostředí .....	22
3.	Zahradní servisní roboti .....	24
3.1	Zavlažovací systémy .....	24
3.2	Roboti k údržbě bazénů.....	24
3.3	Inteligentní skleníky .....	25
3.4	Robot na čištění okapů .....	25
4.	Robotické sekačky.....	27
4.1	Koncept zařízení.....	27
4.1.1	Základní charakteristika .....	27
4.1.2	Pojezdové zařízení.....	27
4.1.4	Zásobník na trávu .....	28
4.1.5	Pohon robotických sekaček .....	28
4.1.6	Vymezení pracovní plochy.....	29
4.1.7	Zabezpečení.....	29
4.1.8.	Dešťový senzor.....	30
4.2	Naprogramovaná inteligence.....	30
4.2.1	Pokyny pro postup sečení.....	30
4.2.2	Signalizační stavy.....	31
4.2.3	Střet s překážkou .....	31
4.3	Konstrukce podvozku robotických sekaček .....	32
4.3.1	Diferenciální podvozek .....	32
4.3.2	Synchronní podvozek.....	32
4.3.7	Závěr (podvozek robotické sekačky) .....	35

5. Potíže a přínos pro uživatele .....	37
5.1 Doba sečení .....	37
5.2 Přínos pro uživatele .....	37
5.3 Využití robotických sekaček .....	37
5.4 Potíže .....	38
5.4.1 Nadměrný sklon povrchu .....	38
5.4.2 Problém neposečená plocha .....	38
5.4.3 Vodící drát jako překážka .....	38
5.4.4 Sběr posekané trávy .....	39
5.5 Údržba .....	39
5.5.1 Základní údržba .....	39
5.5.2 Výměna břitů .....	40
5.5.3 Životnost baterie .....	40
5.6 Bezpečnost .....	40
5.7 Váha i s baterií .....	41
5.8 Cena .....	41
6. Závěr .....	43
Seznam použitých zkratk .....	48
Seznam příloh .....	49



# 1 Úvod

Nejdříve je nutné uvést, co se pod slovem robot rozumí. Ve slovníku cizích slov je slovo robot definováno jako zařízení, které automaticky reaguje na podněty okolí a zároveň je schopno na toto okolí působit. Avšak oficiální definice pro robota, kterou vydala Mezinárodní organizace pro standardizaci je automaticky řízený, opětovně programovatelný, víceúčelový manipulátor pro činnost ve třech nebo více osách, který může být buď pevně upevněn na místě, nebo mobilní k užití v průmyslových automatických aplikacích.

Slovo robot je známo již pár desítek let a to jako následek rozšíření divadelní hry K. Čapka R.U.R.. Z toho důvodu si většina lidí myslí, že za vznikem slova robot není nikdo jiný než autor již zmíněného díla. Avšak byl to právě bratr autora – J. Čapek, který dal vzniknout tomuto slovu při jejich vzájemných rozhovorech v průběhu vzniku této divadelní hry.

V dnešní době dochází ke značnému rozšiřování nejen servisních robotů, ale robotů celkově. Není se čemu divit, neboť roboti se považují za nejvyšší stupeň automatizace. Ovšem nebylo tomu vždy tak, z čehož plyne i jeden z hlavních problémů robotizace. Tímto problémem je velká kolísavost robotiky na trhu. Trh s průmyslovými roboty se od roku 1999 postupně rozvíjel především ve velkých průmyslových státech, jakými jsou Německo, Itálie a Japonsko, ale také v České Republice. V přítomnosti je to již 1,7 milionů robotů, kteří se používají v průmyslu (viz statistika na stránkách mezinárodní robotické federace International Federation of Robotics – IFR : [www.ifr.org](http://www.ifr.org) ).

V současnosti hraje robotizace velkou roli, ale zdaleka ne již jen v průmyslových podnicích. Naopak, snižování cen mikro elektrotechniky a dalších automatizačních prostředků vede v poslední době k dostávání robotiky do podvědomí veškerému obyvatelstvu a jejich užívání. Nevnímáme užívané roboty, jako kuriozitu, ale jako prostředek, který nám ulehčuje zvládnutí nějaké činnosti. Užití robotika je dnes z hlediska praxe obrovské. Už nejde pouze o velké stroje ve strojních podnicích, nýbrž roboti se stali naším každodenním pomocníkem. [26] [22][20]



## 2. Servisní robotika

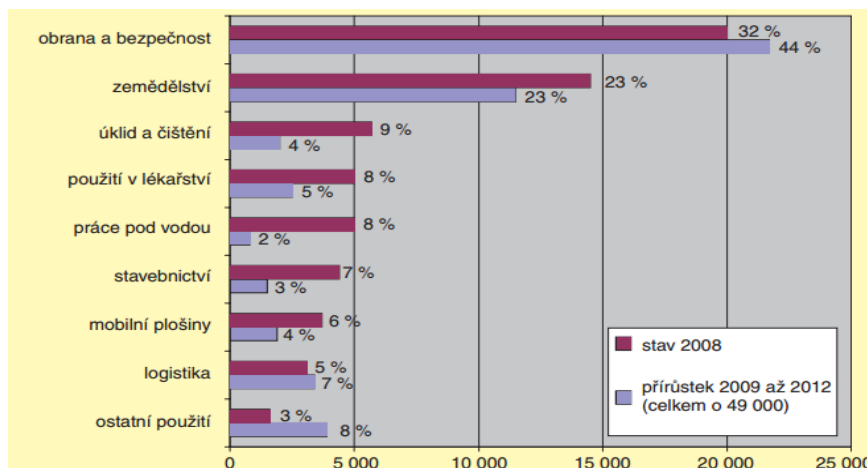
### 2.1. Základní vymezení

Je možné, že pod pojmem servisní robot si mnoho osob z naší republiky může představit robota, který by měl být nápomocný při některém druhu opravy neboli servisu, avšak tohle je zavádějící zvláště kvůli překladu. V anglickém jazyce se pod pojmem servis skrývá významově jiné slovo než u nás, a to slovo, které je spíše chápáno, jako služba či pomoc. Z toho plyne následně i význam slova servisní robot, a to robot, který by měl být nápomocný lidem.

V současnosti je možné identifikovat velké množství definic pro obor servisní robotiky, avšak jaká je doopravdy ta správná. Někde je možno dočíst se, že servisní robot je kinematické zařízení, jež je možno volně programovat a které následně vykonává požadované služby částečně nebo zcela automaticky. V dalším článku si můžeme přečíst jinou definici, a to, že servisní robot je robot, který pomáhá člověku nebo jinému robotu a nejde o průmyslovou automatizaci. Dle mého názoru je nejpřesnější a taktéž nejuznávanější definicí ta, kterou zveřejnila Mezinárodní federace robotiky. Tato federace jej definuje jako robotickou soustavu, která pracuje částečně nebo zcela samostatně a vykonává služby užitečné pro ulehčení života lidí z různých hledisek, s výjimkou výrobních operací.

V současnosti značně roste využití servisních robotů a to nejen v oblasti profesionálního použití, ale také v oblasti osobního využití. Jsou to především roboti, kteří pomáhají při řešení namáhavých a člověku nebezpečných činnostech. Jde především o rozvoj robotů jako takových a můžeme tedy předpokládat, že se tito roboti budou čím dál více objevovat a lidé je nebudou brát jako kuriozitu. V profesionální oblasti se jedná o roboty, kteří se starají o přepravu materiálu v továrnách, pomoc hasičům při manipulaci s nebezpečným materiálem nebo také lékařům při náročných operacích. Tyto stroje se také používají při prozkoumávání člověku nepřístupných prostředí, jakými jsou například určitá místa ve vesmíru nebo ve značné hloubce pod vodou. Z údajů Mezinárodní robotické federace IFR vyplývá, že největšího nárůstu v užívání servisních robotů dospěla odvětví pro plnění obranných úkolů s 44 %. Na dalším místě se umístili roboti využívaní v zemědělství a při úklidu a čištění. V této oblasti se také rychle rozvíjí stroje používané pro automatizovanou sklizeň. Dalším trendem jsou roboti, kteří jsou využíváni ve zdravotnictví, jak pro náročné operace, především v chirurgii, tak přístroje, které pomáhají lidem se zdravotním postižením a vyššího věku. Druhou skupinou jsou roboti pro osobní nebo také domácí využití. Do této kategorie patří roboti, kteří nám ulehčují starání se o domácnosti a zahrady. Jsou to především všem známé robotické vysavače, sekačky a čističe bazénů. Avšak rovněž se rozvíjejí i roboti pro zábavu, hry a taktéž vzdělávací roboti. [1][4][22][26][20][3]





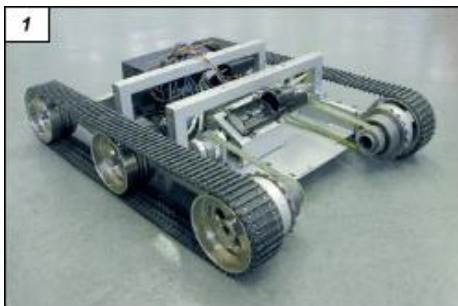
Obr. 1 - Výskyt servisních robotů v odvětvích [4]

## 2.2. Rozdělení mobilních robotů

Mobilní roboty dělíme podle toho, v jakých prostředích pracují.

### 2.2.1 Roboti pracující na zemi

Tito roboti jsou specifičtí tím, že se mohou pohybovat po zemském povrchu, avšak právě tento pohyb je doprovázen jedním velkým problémem. Tím problémem je, že na povrchu země je velká škála různých druhů povrchů, jež jsou specifické svými vlastnostmi, se kterými je nutné počítat už při samotném návrhu těchto strojů. Další problém představují překážky, se kterými se mohou tito roboti při pohybu setkat, ať už je to voda či přírodní vegetace. Tyto překážky je nutné překonat tím způsobem, že je robot buď objede, nebo si zvolí zcela novou cestu. Podle toho, v jakém prostředí se bude robot užívat, je možno si vybrat ze tří druhů podvozků pasových, kolových a kráčejících. Pásové podvozky používáme především v místech, kde se vyskytuje těžký terén a nevádí nám, že se pohybuje menší rychlostí.



Obr. 2 Pásový podvozek [5]

Nejpoužívanějším typem podvozku je stále kolový podvozek, který je v neustálém vývoji, aby stroje s tímto druhem podvozku dosáhli větší průchodnosti terénem.



Obr. 3 Kolový podvozek [6]

Posledním typem jsou podvozky kráčející, které jsou obměnou kolových podvozků, avšak dosahují podstatně vyšší průchodnosti terénem vůči kolovým podvozkům. [23][25][3]



*Obr. 4 Kráčející podvozek [7]*

### 2.2.2 Roboti pracující ve vodě

Jak je již zřejmé z nadpisu, tito roboti slouží pro práci ve vodě. Používají se především k průzkumu oceánu a moří, a taktéž pro vytváření map dna. Dalším užitím těchto robotů mohou být i jiné vědecké projekty. U těchto robotů se především kladou velké nároky na vodotěsnost, aby nedošlo k poškození zařízení umístěného uvnitř robotů. Další nároky se kladou na pevnost materiálu, ze kterého je robot vytvořen, neboť s větší hloubkou roste působící tlak.



*Obr.5 Robot Xantos pracující ve vodě [8]*

### 2.2.3 Roboti pracující ve vzduchu

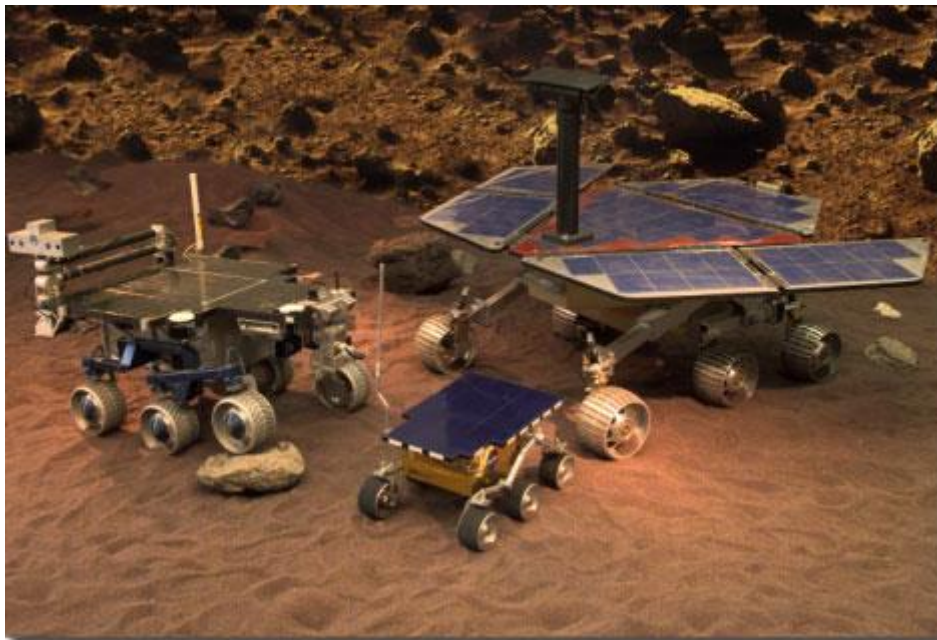
Roboty pracující ve vzduchu užíváme zejména při prozkoumávání a získávání informací, což je následně využito k tvorbě map. Další užití mohou tyto stroje nalézt při vojenských akcích. V současné době se tito roboti začali také užívat k prozkoumávání stavu špatně přístupných nemovitostí.[24][25][2]



*Obr. 6 Robot ACR Manta [8]*

## 2.2.4 Roboti pracující ve vesmíru

Roboti se užívají zejména k prozkoumávání nám neznámých, okolních planet. Na těchto planetách se především využívají k prozkoumávání typů hornin, nebo hledání vody a s tím spojené hledání známek života. Tito roboti musí být schopni pracovat při velkých teplotních výkyvech a zároveň zajišťovat požadovanou spolehlivost a přesnost. [24][25]



*Obr. 7 Roboti pracující ve vesmíru [8]*

## 2.3 Dělení servisní robotiky

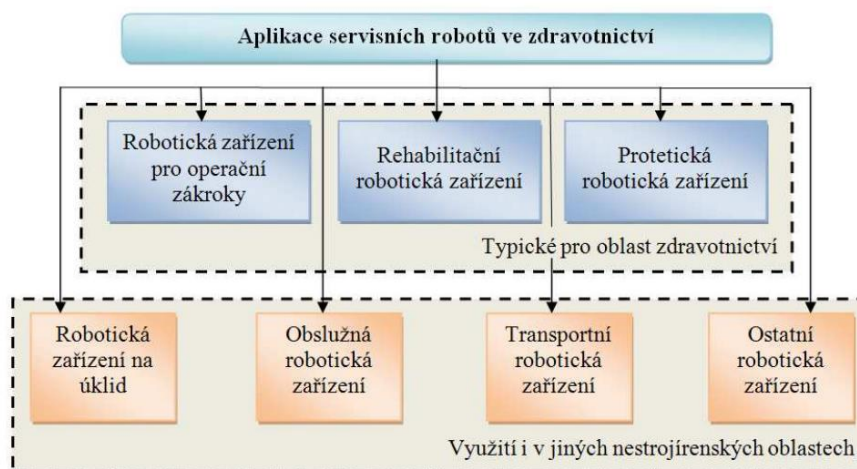
### 2.3.1 Servisní roboti ve zdravotnictví

Do tohoto oboru můžeme zařadit veliké spektrum robotů, jež mají na starosti úlohy, které mohou být prováděny, jak ve venkovním prostoru, tak i uvnitř. Jedná se především o zařízení, které pomáhají při zdravotnických zákrocích, rehabilitačním cvičením, transportních či manipulačních činnostech. Využití těchto robotů klade zvláště velké nároky na subsystém mobility, což je charakterizováno velkými nároky na přesnost, odolnost vůči prostředí a náročnosti nosnosti. ” Analýza současných aplikací servisních robotů v této oblasti umožňuje zformulovat rámcové požadavky na roboty následovně: ” [9]

- subsystém mobility
- akční nastavba
- subsystém senzorů
- subsystém řízení a navigace
- provozní vlastnosti
- ekonomická efektivnost

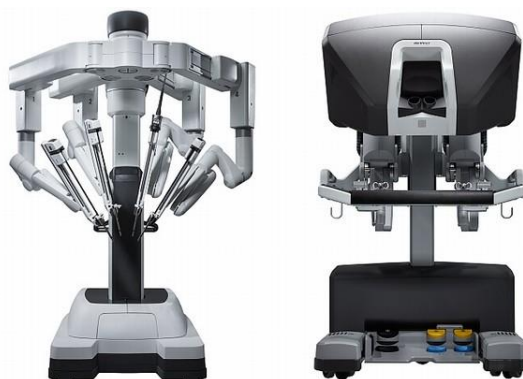
V současnosti je již využití robotů v tomto oboru velmi rozšířené nejen ve světě, ale i u nás. Můžeme buď vyvíjet zcela nové konstrukce servisních robotů, jež by vydržely v komplikovaných podmínkách zdravotnictví, nebo již existující zařízení automatizovat, takovým způsobem, aby byly schopny se pohybovat bez obsluhy.

” Z hlediska možností nasazování mobilních robotických systémů lze zdravotnictví rozdělit do následujících základních oblastí, ve kterých lze realizovat servisní úlohy: ” [9]



Obr. 9 Aplikace ve zdravotnictví [9]

Servisní robotické zařízení se v dnešní době využívá k provádění operačních zákroků čím dál více. Jedná se obzvláště o operačního robota, který se nazývá da Vinci. Tento robot se skládá ze tří základních částí, kterými jsou: operační konzoly, přístrojové věže a ovládací konzoly, jež slouží k řízení ramen s nástroji. Druhým způsobem využití jsou rehabilitační robotická zařízení, jejichž úkolem je pomáhat pacientům při cvičení. Tyto zařízení se dělí na mobilní a stacionární. Obě tyto varianty mohou být jak pasivní, tak i aktivní. Tyto zařízení jsou buď trvalá, která se stávají součástí pacientova každodenního života, nebo dočasná. Ty potom slouží k pacientovu rozcvičení. Třetí způsob využití těchto strojů je při transportu jídla, léků, dokumentů, odebraných vzorků, zásob do a ze skladu nebo pacientů samotných. [9][4][23][20]



Obr. 10 Robot da Vinci využívaný ve zdravotnictví [10]

### 2.3.2 Servisní roboti ve stavebnictví

Užití servisních robotů ve stavebnictví klade zvláště důraz na subsystém mobility a vysokou odolnost vůči prostředí, ve kterém pracuje, jakým jsou déšť, sníh, prach a teplota. Činnosti, ke kterým stroje ve stavebnictví užíváme, můžeme rozdělit do dvou kategorií:

- stavitelské činnosti
- destrukční činnosti



Užití robotů ve stavebnictví sebou někdy nese i nevýhody a rizika možných nepříjemných důsledků, jakými jsou chyby při realizaci a morálnost výkonu.

Využití těchto strojů je zatím oproti ostatním nestrojírenským oblastem menší. Avšak tyto aplikace se čím dál více rozšiřují po celém světě a tedy i u nás. Podobně jako u zdravotní techniky můžeme stávající roboty automatizovat nebo vymýšlet zcela nové konstrukce servisních robotů, které by však vydržely v těžkých podmínkách stavebnictví.

Stavebnictví obsahuje mnoho druhů odvětví a se zvyšující poptávkou po produktivitě, kvalitě a bezpečnosti se v některých stavebních technologiích využívá servisních robotů. Ve většině situací jsou také odlišné technologie pro realizaci nebo materiál, který je při stavbě použit. Veškeré tyto vlivy a spousta dalších nepříznivě ovlivňují použití servisních robotů ve stavebnictví. ” Z hlediska možnosti nasazování mobilních robotických systému lze stavebnictví rozdělit do následujících oblastí a podoblastí, ve kterých lze realizovat servisní úlohy: ” [9]

- Pozemní stavitelství (Hrubá stavba, Sanace a diagnostika staveb, technologické vybavení objektů)
- Dopravní stavitelství (nátěry mostních konstrukcí, frézování povrchu silnic, provádění obkladů v tunelech, diagnostika kabelů v tunelech)
- Vodní stavitelství (Úprava břehů, Úprava hrází, diagnostika betonových hrází, čištění stěn nádrží)
- Inženýrské sítě (cementace vnitřních stěn potrubí, nanášení pryskyřice a laminování)
- Demoliční a destrukční práce (vyřezávání betonových kvádrů, broušení sten do roviny, úpravy povrchů)
- Speciální stavitelství (stavba mrakodrapů, stavba vrtných zařízení, stavba, údržba a diagnostika naftařských plošin)

V současné době existuje už nepřeberné množství přístrojů pomáhajících ve stavebnictví, jedním takovým je čtyřkolový robot, jež je vybaven manipulačním ramenem s větší nosností. Tito roboti jsou využíváni k manipulaci skleněných tabulí, nebo materiály podobných vlastností. Velmi podobnými roboty jsou roboti, kteří pomáhají při usazování dveří a příček.



*Obr. 11 Roboti pro manipulaci s tabulemi skla [11]*

Dalšími příklady mohou být roboti, pro finální úpravu (vyhlazování) betonových ploch a roboti, kteří slouží k demoliční činnosti i uvnitř objektu a spousta dalších. [9][23][20]

### 2.3.3 Servisní roboti v městském prostředí

V současnosti čím dál více servisních robotů nachází své uplatnění v prostředí města. Úlohy, které roboti vykonávají, zahrnují velkou škálu činností, které jsou vykonávány v odlišném prostředí. Z důvodu takto rozmanitých druhů prostředí zde nachází své uplatnění veškeré typy lokomočních ústrojí. Úlohy, jež jsou vykonávány v prostředí města lze z hlediska charakteru prováděného výkonu rozdělit na 3 typy:

- Technologického výkonu (diagnostika, monitoring, destrukce, údržba, čištění, hygiena)
- Netechnologického výkonu (transport, manipulace, identifikace, vyhledávání, navádění)
- Charakteru pomocného výkonu (sběr informací, přidržení, pomocné úkony)

Prostředí města můžeme definovat, jako prostředí, ve kterém se nacházíme každý den, a můžeme ho rozdělit dle různých parametrů. Tím asi nejzákladnějším je dělení na venkovní a vnitřní. Dalším dělením může být dělení z hlediska charakteru oblasti:

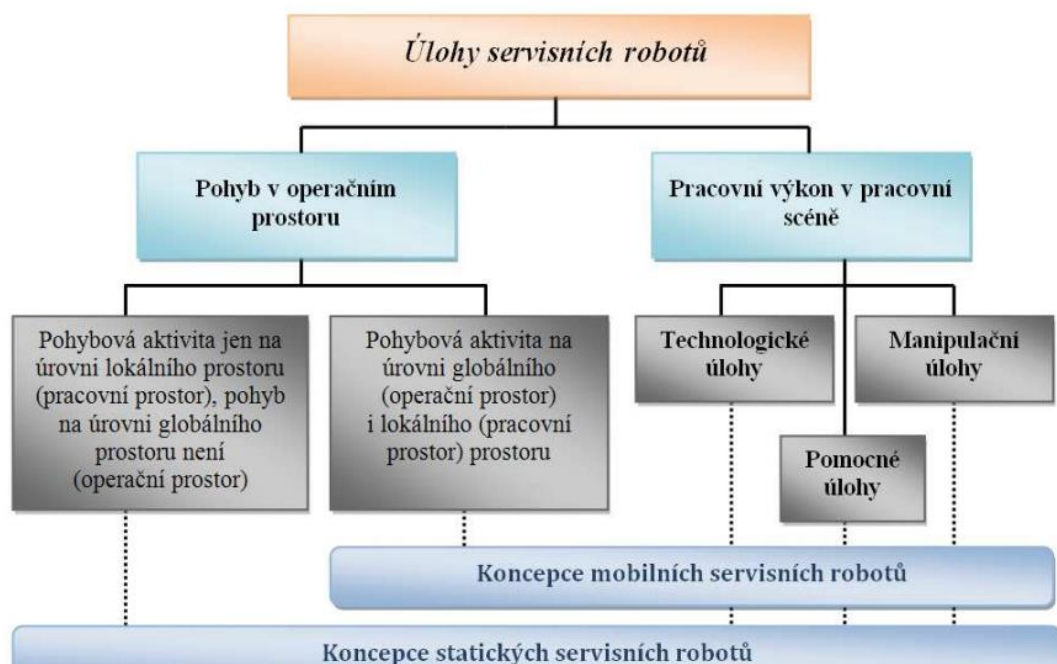
- oblast přirozeného veřejného prostředí
- oblast nepřirozeného prostředí
- oblast domácího prostředí
- oblast osobního životního prostředí
- oblast nebezpečného prostředí
- oblast nedostupného prostředí
- oblast ostatního specifického prostředí

Do prostředí města spadá velká škála specifických nestrojírenských oblastí, které lze dělit na:

- aplikace servisních robotů v bezpečnostních složkách
- aplikace servisních robotů ve službách pro domácnost
- aplikace servisních robotů v oblasti sociální péče
- aplikace servisních robotů v energetice
- aplikace servisních robotů ve veřejných službách
- aplikace servisních robotů v dopravě
- aplikace servisních robotů v údržbě veřejného prostředí
- aplikace servisních robotů pod vodou
- aplikace servisních robotů v ostraze objektů
- ostatní aplikace servisních robotů

V servisní robotice je velké množství požadavků, které vyplývají z automatizace servisních činností a tyto požadavky jsou následně kladeny na servisní roboty. Servisní robotický systém jako technický prostředek určený k aktivnímu působení na předmětnou oblast v okolí pracovní a technologické scény, je určen k plnění 2 základních úloh. [9][23][20][21]

- pohyb v operačním prostoru - aktivní samostatná změna polohy v prostoru, kde působí
- pracovní výkon v pracovní scéně - samostatné vykonání úlohy na místě působení



Obr. 12 Úlohy servisních robotů [9]

### 3. Zahradní servisní roboti

Servisní robotika se dnes již nepoužívá pouze v profesní sféře, ale nalezneme ji i v soukromé. V posledních letech se největšímu rozmachu dostalo zvláště té robotice, které se využívá převážně v domácnosti nebo na zahradě. Tito roboti mají v zahradním prostředí velké využití. Také velmi pomáhají majitelům se starat o své zahrady, na které jim převážně nezbývá čas, a také úsilí. Tyto stroje slouží převážně k údržbě zahrady, nebo vodních zařízení, jež bývají součástí. Mezi pár vybraných servisních robotů patří například robotické sekačky, zavlažovací systémy, systémy na hlídání teploty ve sklenících a případné větrání těchto prostor. Dalším využitím mohou být roboti pracující ve vodním prostředí. Jde například o roboty starající se o čistotu vody a vnitřních ploch bazénů či jezírek.

#### 3.1 Zavlažovací systémy

Tyto systémy se v současné době stávají samozřejmostí v péči o okrasné trávniky a taktéž zvyšují cenu nemovitosti. Jsou tvořeny dvěma skupinami. Do první skupiny patří ta zařízení, které jsou pod zemí, do kterých řadíme trubní rozvody, postřikovače, které vyjíždí ze země a tudíž nezavazí při sekání trávniku a pokud jsou za potřeby tak i vodní nádrže. Do druhé skupiny patří řídicí jednotka, čidla srážek a elektrické ventily. Celý tento systém je řízen pomocí řídicí jednotky, která dává impulsy pro vyjetí dané skupině postřikovačů. Jako zdroj vody je možno použití třech zdrojů, buď z vodovodního řádu, studny nebo z jímky na dešťovou vodu. U všech těchto případů je nutno použít filtry, které zabraňují, aby se nečistoty z vody dostaly do systému. Dojde-li k případu, že zdroj není schopen dodávat vodu do všech postřikovačů najednou, rozdělí se celá plocha do několika oblastí a zavlažování probíhá návazně za sebou. Samozřejmě že i tyto systémy nepracují zcela bez lidské pomoci. Nejčastější údržbou prochází řídicí jednotka, postřikovače a filtry, které je udržovat stále čisté. Občas je vhodné manuální spouštění a zkontrolovat při tom správnou funkci ostřikovačů. Před zimou je nezbytné profouknout veškeré potrubí pomocí vzduchového kompresoru, aby nedošlo k popraskání. [35]

#### 3.2 Roboti k údržbě bazénů

Tito roboti přináší velké usnadnění při pravidelné údržbě bazénu. Jsou zcela nenáročné na obsluhu, neboť pracují zcela samostatně a perfektně odstraňují nečistoty jak ze dna, tak i stěn bazénů. Jednou z hlavních výhod je tzv. noční cyklus, kdy vysavače pracují přes noc, a tudíž každé ráno je bazén čistý. U zcela automatických vysavačů má na starosti ovládání robotů řídicí jednotka, jež si samostatně zmapuje prostory bazénu a následně vyhodnotí jaký čistící program je nejvhodnější. Popřípadě je možné si nastavit libovolný program dle potřeby. Poloautomatické vysavače pracují také zcela samostatně, avšak tyto vysavače si nemapují prostranství bazénů, a k vysávání bazénů dochází zcela náhodně. Příčinou je necelistvé čištění bazénů, kdy přibližně 20% zůstává nevyčištěno. [34]





*Obr. 13 Robot Zodiac Vortex 2 k údržbě bazénu [12]*

### 3.3 Inteligentní skleníky

Tyto skleníky jsou také velkým pomocníkem pro vytváření vysněných zahrad, tím že jsou schopny vytvářet vhodné podmínky pro pěstování rostlin. Starají se o větrání nebo naopak o topení, závlahu a osvětlení či naopak stínění. Dnešní skleníky mají velký koeficient propustnosti a nízké tepelné ztráty. Je tedy zapotřebí odvětrávání, které je u menších skleníků řešeno pomocí ventilátorů umístěných na čele skleníku. U větších skleníků se převážně používají střešní okna. Dalším prvkem inteligentních skleníků je topení, které bývá důležité pro tvorbu oxidu uhličitého. Topení se používá především v zimním období, kdy je v menších sklenících použito lokálních topení. Ve větších sklenících se používá propan-butanové topení, které obsahuje vestavěný ventilátor pro tepelnou výměnu. Třetím prvkem je stínění nebo naopak osvětlování. Osvětlování se používá především ve velkých pěstírnách, kde chtějí rostliny co nejrychleji nechat vyrůst. Naopak stínění se používá především v létě, kdy záření slunce je tak velké, že může uškodit rostlinám. Z toho důvodu dochází k užití stínících rolet. Tyto automatické stínící rolety můžeme rozdělit do 2 skupin a to vnitřních a vnějších clon, které mají větší zatemňovací účinek.

### 3.4 Robot na čištění okapů

Tito roboti jsou vcelku novinkou v péči o exteriér domu, avšak zabrání nechtěnému úniku vody z okapů, který by mohl poškodit dům. V roce 2013 přišla americká společnost iRobot s robotem Looj 330. Robota stačí vložit do okapu a vykoná práci za vás. Má dva možné režimy. První režim je automatický, který celý okap vyčistí bez zásahu člověka. Robot si sám vyhodnotí ideální postup při čištění, ve kterém je schopen reagovat na překážky a následně upravit svůj pohyb, aby dospěl k nejlepšímu možnému výsledku. V druhém, manuálním, režimu je možno pomocí dálkového ovládání, jež má dosah 15 metrů jezdit s robotem dopředu nebo dozadu. Neboť je tento robot zcela voděodolný, nemusíme se bát o poškození přístroje. Roboti obsahují čtyřstupňovou otáčející hlavu, jež může dosáhnout až 500 otáček za minutu. Z důvodu nízkého profilu a malé hmotnosti je robot schopen vyčistit téměř veškeré druhy okapů. Součástí je integrovaná baterie Li-Ion, o kapacitě 2600 mAh a robot je schopen vyčistit až 60 metrů okapů. [33]



*Obr. 14 Robot Looj 330 k čištění okapů [13]*

## 4. Robotické sekačky

Ze všech servisních zařízení, které lze v zahradnictví nalézt, mě nejvíce zaujaly robotické sekačky. Z tohoto důvodu se ve zbylých částech této bakalářské práce budeme zabývat právě tímto tématem.



Obr. 15 Předchůdce robotických sekaček od firmy Husqvarna (Foto autor)

### 4.1 Koncept zařízení

#### 4.1.1 Základní charakteristika

Robotické, neboli také automatické sekačky, jsou stroje, jež, při správné instalaci, dokáží posekat trávník zcela samostatně. Oproti klasickým sekačkám, které převážná většina uživatelů využívala k sekání vyšších trav, tyto sekačky slouží k udržování stále krásného a posekaného trávníku, a tím zabraňuje jeho neustálého přerůstání. První typy tohoto stroje byly vynalezeny kolem roku 1995 a ještě před pár lety byl na trhu pouze jeden výrobce, který měl v nabídce takovéto zařízení. Dnes je tomu však jinak a na trhu je možno vybírat z několika různých značek a jednotlivých typů. V poslední době je možno v zemích západní Evropy, jakými jsou Německo, Rakousko, Švýcarsko nebo Itálie takovéto pomocníky nalézt v každé druhé zahradě. [31] [32]<sup>2</sup>

#### 4.1.2 Pojezdové zařízení

Jak již bylo napsáno výše, nejpoužívanějším<sup>2</sup> pohybovým zařízením, jež využíváme na Zemi je kolový podvozek, a ani u robotických sekaček tomu není jinak. Tento druh podvozku je vhodný, neboť pásové podvozky zabírají větší prostor, z čehož vyplývá, že by se musela snížit velikost záběru sekačky nebo by došlo ke zvýšení velikosti takových sekaček, a tudíž i jejich váha. Dalším typem podvozku by mohl být podvozek krácející, avšak tento typ lokomočního ústrojí by nezaručil rovnoměrně posekaný trávník, neboť nezůstává na všech místech stejně velký časový interval. Tento typ pohybového ústrojí je taktéž nebezpečnější, neboť by došlo ke zvýšení celého zařízení a možnosti poranění lidského těla, zvláště u malých dětí.

#### 4.1.3 Sečné (žací) zařízení

U těchto druhů sekaček je možno nalézt 2 druhy žacího zařízení. První variantou jsou tzv. klasické nože, u kterých není kladen tak vysoký nárok na ostrost. Tyto nože jsou používány u klasických sekaček. Tyto nože nalezneme převážně u sekaček, jež disponují větším

výkonem a tedy i silnějšími bateriemi. Druhou variantou jsou 3 samostatné žiletky, které jsou upevněny na plastovém kole. Tyto sekačky mohou disponovat slabšími bateriemi a tedy i výkonem, neboť žiletky jsou dostatečně ostré a dokáží posekat trávnik i při menších otáčkách. V balení bývají převážně i náhradní žiletky na výměnu, neboť může snadno dojít k poškození například o kámen. [27][29]



*Obr. 16 První typ žacího zařízení [14]*



*Obr. 17 Druhý typ žacího zařízení [15]*

#### 4.1.4 Zásobník na trávu

Tyto sekačky mají však jeden problém. Žádný z modelů neobsahuje sběrný koš, jak je tomu například u vřetenových či rotačních sekaček. Avšak tento problém je vyřešen jednoduše. Jelikož jsou tyto stroje používány pro téměř každodenní údržbu trávniku, není problém s vysokou trávou. Většina těchto sekaček je schopna posekat maximálně trávu do výšky 15 cm, avšak doporučuje se do výšky 6,5 cm. Jelikož tyto sekačky provádí sečení téměř každý den, nehrozí, že by došlo k přerostení. Ideální je, aby sekačky sekaly okolo jedné třetiny celkové výšky stébla trávy. Takto malé stébla trávy se nám následně mulčují. Malé kousky trávy padají ke kořenům a do dalšího sekání jsou schopny se rozložit. Po té slouží jako přírodní hnojivo, za které bychom museli jinak platit. Druhou výhodou je, že tyto malé kousky stébel trávy zabraňují odparu vlhkosti, což trávě prospívá zvláště v letních parných dnech. [27] [28][29][37]

#### 4.1.5 Pohon robotických sekaček

Jestliže bychom chtěli nalézt sekačku, jež obsahuje motor v podobě benzínového agregátu, neuspěli bychom. Pohon veškerých typů sekaček mají na starosti nabíjecí baterie, což má za následek, že jsou tyto stroje téměř bezhlučné a navíc neznečišťují naše ovzduší. Zvláště na baterie bychom měli při výběru sekačky dbát velké pozornosti. Je zapotřebí, aby byly

vybaveny li-ion bateriemi a ne zastaralejší baterkou typu Ni-Cd, které se ještě do dnes vyskytují na trhu. Li-ion baterie mají oproti druhé skupině baterií podstatně vyšší výkon. Dalšími parametry baterií, na které bychom měli brát ohled, jsou výdrž baterie a doba, za kterou se baterie zcela nabije. V současnosti je možnost se setkat se 2 druhy robotických sekaček. Prvním typem jsou sekačky, které jsou převážně na menší plochu (do 400 m<sup>2</sup>), u kterých je nutno, aby majitel po vybití baterie sekačku opět uklidil, nebo nechal dobít na další sečení. Druhou skupinou těchto sekaček jsou sekačky, jež jsou zcela samostatné. Tyto stroje si hlídají svůj stav baterie, a když zaznamenají pokles baterie pod určitou hodnotu, jsou schopny vrátit se k svojí do svojí dobíjecí stanice a samy se dobít. Tyto stanice jsou připojeny do klasických zásuvek s 230 V. Vcelku žádanou novinkou v pohonu robotických sekaček je hybridní sekačka. Tyto stroje jsou mimo své baterie vybaveny solárními panely na vrchní straně, které prodlouží dobu sečení. Je samozřejmostí, že k dobíjení dochází pouze za denního světla. [32]

#### 4.1.6 Vymezení pracovní plochy

Nejlevnější z těchto sekaček, jež se používají převážně na menší pracovní plochy, nedisponují tzv. pokročilou inteligencí. Fungují na podobném principu, jako robouvysavače, které při nárazu do překážek změni svůj směr. Více inteligentnějšími jsou sekačky (např. Wiper Blitz), které jsou vybaveny travními senzory. Takto vybavené stroje, při rozhraní trávníku a dlažby změni taktéž svůj směr. U sekaček chytřejších, nebo vhodných na větší plochy je již součástí belaní dobíjecí stanice, jak bylo již napsáno. Ze stanice, která slouží k dobíjení, vedou 2 konce obvodového drátu, do kterého jest během činnosti vysíláno pulzní magnetické pole. Tento drát slouží k vymezení prostoru, jež má sekačka posekat. Drát je možno nechat na povrchu trávníků a upevnit ho pomocí plastových kolíků k zemi, nebo je možné tento drát dát po povrch až do hloubky 20 cm. Ačkoliv jsou vybaveny senzorickými systémy, které rozeznají například stromy, zvířata či lidské nohy, je zapotřebí i záhonky a zahradní jezírka obehnat slaboproudou smyčkou. [27] [30][31][32] [37]

#### 4.1.7 Zabezpečení

Ve většině případů sekaček, které lze dnes zakoupit na trhu je jejich součástí i zabezpečovací zařízení. Toto zařízení nebylo vždy součástí, neboť v zemích západní Evropy, kde se tyto sekačky začali rozvíjet. Nejdříve tomu nebylo potřeba, z důvodu nízké kriminality. Postupem času, se ale sekačky rozšiřovali dále, i do zemí s vyšší kriminalitou a bylo zapotřebí řešit tento problém. Princip zabezpečení je velmi jednoduchý. Při prvním použití robota si nastavíte svůj pin, nebo ponecháte pin, který byl zadán výrobcí. Pokud se jedná o sekačku zcela automatickou, kterou není zapotřebí zvedat ze země při dobíjení, pak nezadávejte do doby, než robota zvednete ze země. V případě, že došlo k odcizení, začne robotická sekačka ihned po zvednutí ze země vydávat alarmující zvuk, do doby, než zadáte správný pin. Takto zabezpečený robot, by nemohl nový majitel využít, neboť by do zadání pinu nevykonával svou činnost. Na dnešních sekačkách se objevují 2 typy zadávání pinu. U lepších modelů jsou k tomuto účelu využívány klávesnice, na kterých je zadání pinu velmi rychle a nenáročné. Druhým typem zadávání čísel (pinu) pomocí kurzových šipek s nutným potvrzováním každé jednotlivé číslice. Avšak tento způsob zadávání je zdoluhavější a méně komfortní oproti prvnímu. [32] [37]



Obr. 18 Klávesnice u robotické sekačky Gardena [16]

#### 4.1.8. Dešťový senzor

Dalším užitečným zařízením, kterým jsou vybaveny pouze dražší typy sekaček, je dešťový senzor. Tento senzor je další velkou výhodou při osamostatnění robotických sekaček. Jestliže dojde k navlhnutí trávy, nedocházelo by k jejímu mulčování a následnému zanechání v trávě, jako přírodní kompost, ale docházelo by k hromadění vlhké trávy a následnému ucpání sekačky. Tento problém je vyřešen již zmíněným dešťovým senzorem, který v případě deště přikáže sekačce, aby se odjela schovat do své nabíjecí stanice. K tomu příkazu dojde i v případě, když začne pršet v době, kterou jsme si nastavili jako dobu každodenního provádění sečení. U Většiny z těchto sekaček, lze dešťový senzor vypnout, avšak sekačka by se za určitou dobu ucpala a následně vypsala chybové hlášení, které by mělo za následek ukončení sečení a následné pracné čištění sekačky. [28][32]

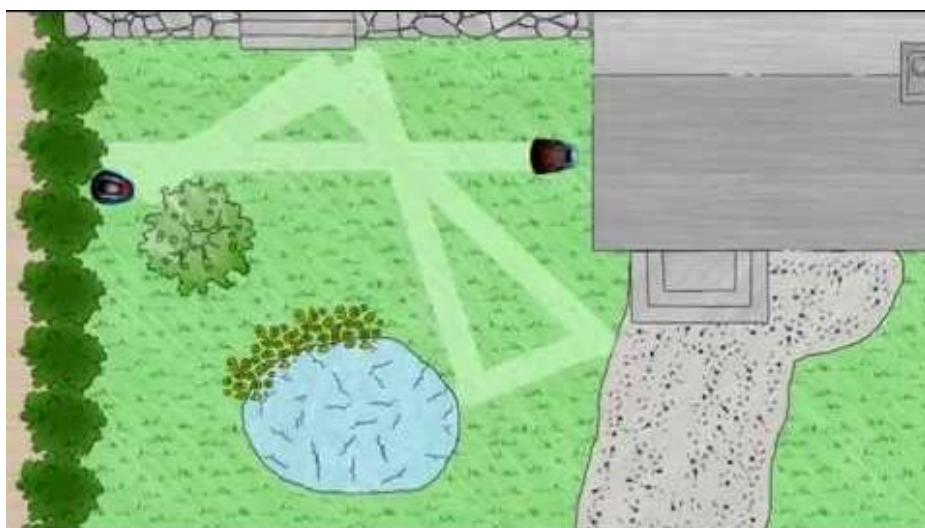
### 4.2 Naprogramovaná inteligence

#### 4.2.1 Pokyny pro postup sečení

Většina dnes nabízených sekaček provádí sečení trávy zcela náhodně. První sečení probíhá tak, že sekačka objede zahradu podél již položeného vodícího kabelu a tento prostor poseká. Až doseká celý obvod zahrady, začne zahradu projíždět zcela náhodně. U některých modelů je možnost sekačku spárovat s mobilním zařízením s androidem nebo Ios, avšak touto funkcí nedisponují veškerá zařízení. Právě proto, lepším způsobem je rozdělení celé plochy do jednotlivých sekcí. Avšak i s tímto rozdělením nedosáhnou veškeré sekačky po prvním sečení ideálního výsledku a trávník není rovnoměrně posekán. S tímto faktem, se ale počítá a právě z toho důvodu robosekačka vyjíždí i několikrát za den a za pár dní je trávník ideálně posekán. Jedinou výjimku na trhu tvoří stoje Bosch Indego, které se alespoň částečně snaží pohybovat po trávníku v navazujících pruzích. Samotné provádění sečení probíhá ve zvolených časových intervalech, kdy si každý majitel nastaví, ve které dny, a ve kterých hodinách má sekačka vyjet. Většina sekaček od firmy Husqvarna, je vybavena funkcí, která ovlivňuje každodenní dobu sečení. Pokud jsou vlhká a deštivá období, pak sekačka vyjíždí sekat častěji. Avšak když jsou naopak suché dny, sekačka omezí dobu sečení, neboť tráva nestihne tolik povyrůst. Nejvyšší



třídou sekaček, jsou stroje, které jsou vybaveny integrovaným GPS systémem. Tyto sekačky jsou schopny vytvořit si mapu zahrady i se zaznamenáním naváděcích a vodících kabelů. Tyto sekačky mají velkou výhodu v tom, že rozpoznají oblasti trávy, které nedávno posekala, což vede k ideálně posečené zahradě. Avšak i tyto nejvyspělejší sekačky trpí jedním problémem, kterým jsou terénní překážky. S výskytem těchto překážek mají veškeré sekačky problém, neboť jsou velmi nízké a i sekačky vybavené snímači si jich nemusí všimnout. Do těchto překážek patří zvláště vystouplé kořeny a trávník, které předělují menší cestičky. Určitě taktéž nejsou vhodné pro užívání v ovocných sadech. [28] [29][30][31] [37]



Obr. 19 Princip sekání robotických sekaček [17]

#### 4.2.2 Signalizační stavy

Ve všech případech sekaček, o kterých jsem se dočetl je jejich součástí i displej, na který robot tiskne veškerá chybová hlášení i jiné signalizační stavy. Nejčastěji, jako například u sekaček Robomow, jsou k tomu užívány písmena a číslice, které si uživatel sekačky následně přeloží pomocí dodávané chybové tabulky. Na tento displej jsou následně vypisovány veškeré signalizační stavy. Asi nejčastějším signalizačním stavem, které je možno na sekačce vidět je vybitá baterie. Dále to můžou být stavy, které signalizují příliš velký sklon terénu, se kterým si sekačka neporadí. Například stavy u sekaček Husqvarna, že nemá signál, který je většinou chybným zapojením napájecího drátu, tzv. blackout, který nejčastěji způsoben přehřátým zdrojem, nebo přerušením napájecího vysílače, wheel error, když sekačce brání něco v průjezdu, blade error, když je poškozen sekací nůž nebo je ucpán, tilt, když se sekačka vyskytuje na oblasti větší než přípustné. Jedním z hlášení, se kterými se můžeme setkat při plánování sekání je, že sekačka daném časovém intervalu nedokáže posekat celou zahradu, pak je tedy nutno zvětšit časový interval nebo chybu ignorovat. U některých vybavenějších modelů je možnost připojení této sekačky, přes aplikaci, k telefonu. Veškeré tyto chyby jsou následně vypsané na telefon a uživatel tak ví, že je s jeho sekačkou něco v nepořádku. [30][38]

#### 4.2.3 Střet s překážkou

Veškeré starší modely, a modely z nižších tříd řeší srážku s překážkou tím, že se otočí o 90° a pokračují dále ve své cestě. U dražších a výkonnějších strojů, jsou součástí robosekačky i senzory, které by měli zabránit, aby nedošlo ke srážce s okolními předměty. Sekačky jsou schopné, se takto velkým překážkám, jakými jsou například stromy, lidské nohy a další vyhnout, ale menší předměty nezaregistrují, a následně jsou schopny tyto předměty přejet a

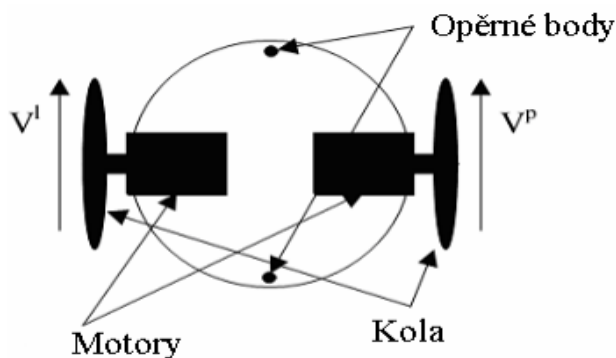
posekat je. Z toho důvodu je velmi nutné, aby každý uživatel, který vypustí svého pomocníka na zahradu, nejdříve prošel veškerou sečnou plochu a odstranil z této plochy veškeré předměty, které na trávník nepatří. Takovými předměty mohou být například dětské hračky, plastové nádoby a mnoho dalších věcí. [31] [37]

#### 4.3 Konstrukce podvozku robotických sekaček

Z konstrukčního hlediska strojírenství je významnou částí sekačky podvozek. V práci se nezabývám podrobně odometrií, která popisuje transformaci dat poskytnutých enkodéry na změnu pozice a orientace robota. Vlastní slovo odometrie je složeno ze dvou řeckých slov hodos (cestovat, cesta) a metron (měřit).[39] Provedl jsem analýzu různých druhů podvozků.

##### 4.3.1 Diferenciální podvozek

Jedná se o nejvíce používaný a také nejjednodušší typ podvozku, který je používán u levných strojů k užívání v interiérovém prostředí. O pohon se starají 2 aktivní kola s jedním stupněm volnosti. Ke konstrukci bývá zapotřebí použití i tzv. třecích stabilizačních bodů s jedním nebo 2 stupni volnosti. Převážně se jedná o třecí elementy či kola. Jestliže se obě poháněná kola otáčejí stejným směrem a stejně rychle, pak robot jede rovně. Pokud se však kola točí opačným směrem, dochází k otáčení robota na místě. Výhodou tohoto typu podvozku je jednoduchost a robustnost konstrukce, nízká cena avšak poměrně přesná odometrie. [40][41]



Obr. 20 Diferenciální podvozek (40)

##### 4.3.2 Synchronní podvozek

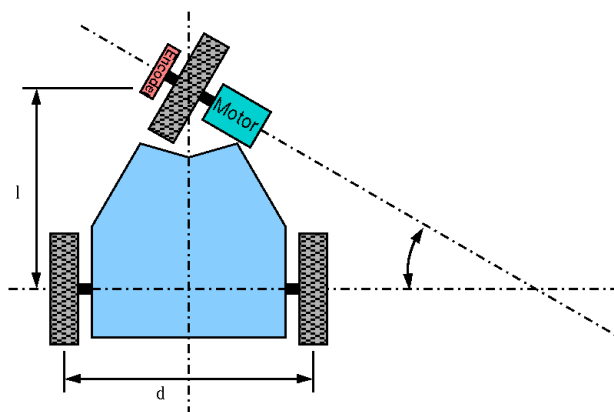
Synchronní podvozky převážně disponují třemi koly, která jsou uspořádána do trojúhelníku a mají válcový tvar. Všechna kola se vždy otáčejí se stejným natočením a se stejnou rychlostí. Nevýhodou u těchto podvozků je, že potřebují 2 motory na každém kole. Jedno je má na starosti směr a druhé se stará o rychlost. Mezi další nevýhody spadá nízká schopnost překonávání povrchových nerovností. Jako výhody považujeme menší složitost konstrukce a vysokou manévrovatelnost. [40][41]

##### 4.3.3 Ackermanův podvozek

Tento typ podvozků je zvláště známý z automobilů. Roboti s Ackermanovým podvozkem jdou vybavena dvojicí poháněných kol s diferenciálem a dvojicí kol s natáčejícími koly. Poháněná kola bývají převážně ty zadní a řídicí ty přední. Používají se převážně u větších vozidel, u kterých se předpokládá, že se bude pohybovat po silnici nebo ve složitém terénu. U těchto podvozků je velkou nevýhodou, že nemůže dojít k otočení na místě. U tohoto druhu podvozku je nutné, aby vnitřní kolo zatáčelo více než kolo vnější. Manévrovací schopnost



podvozku je závislá na 2 parametrech a to vzdálenosti osy mezi předními a zadními koly a ta druhá je limitní úhel natočení předních kol.[39][40][41]



Obr. 21 Ackermanův podvozek, kde jsou přední 2 kola nahrazeny jedním virtuálním kolem (39)

#### 4.3.4 Trojkolový podvozek s řízeným předním kolem

Tento typ podvozku má zpravidla hnaná zadní kola, o změnu směru se stará motoricky natáčené přední kolo. Jeden motor má na starosti zadní nápravu a tedy rychlost robota a druhý motor se stará o natočení předního kola. Výhodou těchto podvozků je možnost využití v těžším terénu, jednoduché řízení a levná odometrie. U robotických zařízení s užitým trojkolovým podvozkem je nutné počítat s horší manévrovatelností. Kdy není možná rotace na místě a někdy hrozí uvíznutí vozidel v těsných prostorech. Ve složitějším terénu může u těchto podvozků docházet k odometrickým chybám, které mohou zvyšovat i užití nafukovací pneumatiky. [40][41]



Obr. 22 Trojkolový podvozek s řízeným předním kolem (40)

#### 4.3.5 Všesměrové podvozky

Tento typ podvozku vznikl, jako alternativa k běžně používaným kolům, které jsou schopny pohybovat se ve 2 svislých osách. Užitá všesměrová kola umožní robotu pohyb ve všech směrech bez nutné rotace. Tyto všesměrová kola jsou vesměs klasická kola, jejichž součástí jsou navíc pasivní válečky. Pokud by došlo k zablokování těchto válečků, pak by se tyto kola chovali stejně, jako obyčejná kola. Všechna kola by měli být vybaveny jedním motorem, pomocí kterého by byla kola ovládána. Výhodou je volný pohyb a schopnost rotace na velmi malém prostoru. Nevýhodou u těchto typů podvozků je, že je velmi omezené použití odometrie. Dalším problémem je, malá schopnost překonávání překážek, kdy roboti se

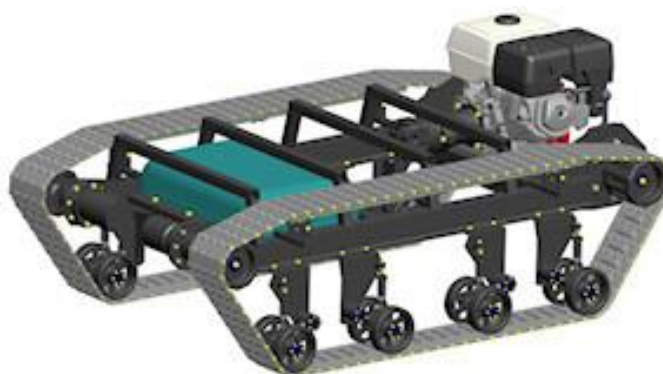
všesměrovými podvozky dokáží překonat překážky pouze do poloviny výšky svých pasivních válečků. I přesto jsou velmi oblíbené, zvláště u mobilních manipulátorů. [40][41]



*Obr. 23 Všesměrová kola (41)*

#### 4.3.6 Pásové podvozky

Kinematika pásového podvozku je téměř totožná s diferenciálními podvozky, kdy každý pás potřebuje nezávisle ústrojí k pohybu. Tento typ podvozku je specifický svou jednodušší konstrukcí, spolehlivostí, robustností a vysokou průchodností složitým a členitým terénem. Manévrovací schopnost je závislá na rozvoru mezi pásy a délkou pásů a je doprovázena smykem. Zatačení těchto podvozků je řešeno přibrzdováním jedné s pásových jednotek. Nevýhodou těchto podvozků představuje větší spotřebu energie pro zatočení a prokluzu pásů na hladkém povrchu, která zhoršuje řízení. [41][42][43]



*Obr. 24 Pásový podvozek (42)*

Název	Kola/pásky	Počet kol	Hnací kola	Řídicí kola	Výhody	Nevýhody
Diferenciální	Kola	2	Obě kola	Obě kola	Jednoduchost, robustnost a nízká cena	Potřeba dodatečné stabilizace
Synchronní	Kola	Nejčastěji 3 (někdy 4)	Všechna 3		Menší složitost konstrukce, vysoká manévrovatelnost	Potřeba 2 motorů na každé kolo, malá schopnost překonávání překážek
Ackermanův	Kola	4	Zadní s diferenciálem	Přední	Velká nosnost, použití v těžším terénu	Nemožné otočení na místě
Trojkolový	Kola	3	Zadní kola	Přední motoricky natáčeno	Jednoduché řízení, možnost použít v těžším terénu	Nemožnost otočení na místě, uvíznutí v tenkých prostorech
Všesměrový	Kola	Většinu 3	Všechna kola	Všechna kola	Možnost pohybu ve všech směrech, možnost rotace na malém prostoru	Omezené použití odometrie, problém s překonáváním překážek
Pásové	Pásky	2 pásky	Oba pásky	Oba pásky	Vysoká průchodnost terénem, robustnost, spolehlivost	Dražší metoda určování poloh, velká spotřeba energie pro zatočení, prokluz pásů na rovném povrchu

Tab. 1 Analýza jednotlivých typů podvozků

#### 4.3.7 Závěr (podvozek robotické sekačky)

Většina robotických sekaček má podvozek podobný, jako je Ackermanův podvozek, který se používá většinou u aut. To znamená, že přední kola slouží k natáčení sekačky a zadní kola slouží k pohonu. Tímto stylem se pohybuje až do okamžiku, kdy sekačka narazí na nějakou překážku a je potřeba se otočit téměř na místě. Robotická sekačka částečně poodjede do dostatečně vzdálenosti. Natočí přední kola, ale zároveň se každé zadní kolo otáčí opačným směrem, aby došlo k rychlejšímu otočení a téměř na jednom místě. Tento typ používají téměř veškeré typy sekaček, avšak nejtypičtější je to pro sekačky od firmy Husqvarna. Některé jednodušší modely mají místo 4 kol jen 3, ale fungují na stejném principu, jako ty robotické sekačky, které mají kola 4.



## 5. Potíže a přínos pro uživatele

### 5.1 Doba sečení

Z důvodu velké rozmanitosti robotických sekaček na trhu, je doba výdrže akumulátoru různá. Je samozřejmostí, že u dražších a výkonnějších sekaček nalezneme taktéž výkonnější baterie, a z toho důvodu i větší výdrž sečení na jedno nabití. Výkonnější baterie nalezneme převážně v sekačkách, které jsou vhodné na větší travnaté plochy. Výdrž baterie na jedno nabití, je udávána 2 možnostmi, a to v m<sup>2</sup> nebo v minutách. Tato doba se pohybuje od 60 do 150 minut. Mezi ty sekačky, které vydrží nejdéle sekát, patří stroje od firmy Viking a Ambrogio. Naopak nejhůře se umístily sekačky od firmy Bosch, Gardena a nižší třídy od firmy Husqvarna. Dalším velmi užitečným měřítkem v této oblasti je doba, za kterou se robosekačka zcela nabije. Tyto časy se pohybovaly od 50 až do 180 minut. Již zmíněná sekačka od firmy Ambrogio, jež ačkoliv vydrží téměř nejdéle nabitá, je na tom v době trvání nabíjení nejhůře a to s rovnými 3 hodinami. Mezi průměrnými stroji, se nachází sekačky od firem Worx, Robomow, AL-KO a Brill. Nejkratší dobou nabíjení se můžou pochlubit sekačky od firem Viking, Bosch a Husqvarna. Ačkoliv sekačky od poslední zmíněné firmy se přece jen nabíjejí nejrychleji. Robotické sekačky od firmy Husqvarna při potřebě dobítí, najde dobíjecí stanice jedním ze tří způsobů [28][36] [37]

- Zachytí a následuje signál z nabíjecí stanice
- Následuje naváděcí kabel zpět do nabíjecí stanice
- Sleduje hranici plochy, dokud nezachytí signál nabíjecí stanice

### 5.2 Přínos pro uživatele

Největším přínosem dle mého názoru je uspořené čas, který může uživatel těchto sekaček využít jednoznačně lépe. Avšak přece je jedna činnost, která je zapotřebí před prvním vyjetím. Tím je zesečení běžnou sekačkou na rozměr, který je robotická sekačka schopna posekat. Druhým úkonem je instalace veškerého zařízení nutného k užívání, jakými je zabudování dobíjecí stanice a vytyčení prostoru, který je určen k posekání. I když je tato instalace velmi dobře popsána v příbalových letácích a nejde o složitý proces, je možnost pro ty nejlenivější jedince, si na tuto činnost objednat specializovanou firmu, která veškerou prvotní instalaci vyřídí za vás. Následně již ty typy sekaček, které jsou zcela automatické, nepotřebují žádný dohled a uživatel má o jednu starost méně. Druhým velmi velkým přínosem, jež sekačky přináší je již zmíněné mulčování trávy. Toto mulčování a následné zanechávání krátkých stébel v trávě má za následek přínos živin do trávníku a ten je následně zdravější a krásnější. Třetí výhodou, kterou bych rád uvedl je, že veškeré robotické sekačky jsou poháněny bateriemi na místo od benzínových agregátů. Tyto baterie mají za důsledek, že takto pohánění sekačky nespálují palivo a následně nevypouští škodlivé látky do ovzduší, což by mělo za následek globální oteplování. Sekačky bez použití agregátů jsou taktéž velmi tiché a nebudou tedy vadit mrzutým sousedům. [30][31][32] [37]

### 5.3 Využití robotických sekaček

Jelikož se na trhu vyskytuje velké množství výrobců, a tito výrobci mají ve své nabídce spoustu rozdílných typů robotických sekaček, není se čemu divit, že někteří z těchto výrobců (např. Husqvarna) se začali taktéž zabývat typy sekaček, které jsou používány spíše pro poloprofesionální či profesionální účely. Tyto sekačky se nejčastěji využívají pro podnikání nebo taktéž k úpravě veřejných ploch, ale občas je možné se s nimi potkat u velmi náročných soukromých zákazníků. Mezi výrobce, kteří se zabývají výrobou takto používaných strojů, patří

především již zmíněna Husqvarna se sekačkou Automower 265 ACX, jež je vhodná na pozemky o rozloze 6000 m<sup>2</sup>. Dalšími producenty, jež vyrábí takto užívané sekačky, jsou iMow se svou sekačkou MI 632 P a Stiga se sekačkou Autoclip 720 S. Oba tyto stroje jsou vhodné k provádění sečení na rozloze do 4000 m<sup>2</sup>.

Ačkoliv jsem zde vypsál 3 modely sekaček, které se hodí k profesionálnímu užívání, přesto většina strojů, které se vyskytují na trhu, se využívají k osobnímu použití. I přesto, že tyto 3 modely disponují velkou plochou, které jsou schopny posekat, jsou tímto rozmezím do určité míry omezeny, neboť klasické sekačky užívané dodnes v profesionální oblasti nejsou téměř limitovány. Z tohoto důvodu, je využití robotických sekaček vhodnější k posekání menších travnatých ploch. [32]

#### 5.4 Potíže

V tomto odstavci vypíši a následně krátce popíši některé potíže, se kterými se uživatel robotických sekaček může během používání setkat.

##### 5.4.1 Nadměrný sklon povrchu

První potíží, kterou zde popíši je nadměrný sklon sečeného povrchu, neboť sekačky nejsou vhodné pro veškeré typy zatravněných ploch. Jak tomu již bývá, většina povrchu, který mají sekačky na starosti, není rovinný, ale má určitý sklon. Z tohoto důvodu je nutné, již při výběru sekačky dávat veliký pozor, jaký svah je požadovaná sekačka schopna zvládnout a zda bude vašim potřebám dostačovat. Zda chcete využívat svou robotickou sekačku na zahradě, která je téměř rovinná, postačí vám i ty modely, které patří mezi nejlevnější. Tyto modely jsou převážně schopny poradit si se svahy, jejichž sklon nepřesáhne 25% neboli 14° stoupání. Modely, které se řadí mezi ty dražší, jakými jsou například vyšší třídy od značek Husqvarna, Bosch nebo Stiga jsou již schopny se vypořádat s většími sklony. První 2 zmíněné firmy vybavili své stroje, že jsou schopny si poradit se svahem s 35% a tedy 20°. Nejlépe jsou na tom vrcholné modely od poslední zmíněné firmy, které jsou schopny provádět sečení až do sklonu 45% tedy 24°. Pokud vlastníte pozemek s většími sklony, než jsou naposledy zmíněné modely schopny vyjet, budete si na robotické sekačky nechat zajít chuť a vzít sekání do vlastních rukou. [30]

##### 5.4.2 Problém neposečená plocha

Dalším problémem, může pro některé uživatele být, že sekačky nedojíždějí až úplně ke kraji. Prvním problémem nastává již při instalaci, když pokládáme vodící drát. Tyto dráty by měli být poležené 20-25 cm od kraje sečené plochy. Pokud tyto vodící dráty položíme správně, tak v tomto případě by k posečení okrajů docházelo správně. Druhým typem, kdy může docházet k neposečení okrajů je při nárazu do stromů nebo zdí, které se mohou na zahradách vyskytovat. V takovémto případě, nezbyvá uživateli nic jiného, než občas vzít ruční sekačku do rukou a tuto práci za robotickou sekačku dokonat.

##### 5.4.3 Vodící drát jako překážka

Problém se zakopáváním o drát, který vytyčuje žací plochu, je dle mého názoru úplnou maličkostí. Tento problém nastává u lidí, jež byli dříve zvyklí procházet se po vytyčené oblasti pro sekání, bez zvýšené pozornosti, nebo návštěvy, které s takovýmto zařízením ještě nesetkali. Po instalaci vodící drátu je možné, že některá část vodiče, nebude přímo kopírovat terén zeminy, ale naopak bude částečně vyčuhovat. Takovéto potíže můžeme vyřešit buď opětovným připevněním vodiče k zemině, nebo ponechat drát drátem. Tento drát za pár týdnů používání

robotické sekačky ani nezpozorujeme, neboť se zapracuje do trávníku, kolem kterého roste tráva. [32]



*Obr. 25 Instalace vodícího drátu do země [18]*

#### 5.4.4 Sběr posekané trávy

Jak již bylo zmíněno výše, veškeré robotické sekačky nedisponují sběrnými koši, a právě tento fakt považují někteří za významnou obtíž. Takovéto problémy nenastávají při pravidelném sečení, k jakému jsou tyto sekačky užívány, neboť naopak krátké useknuté koncečky pomáhají při růstu vysněného trávníku, a jsou schopny se do následujícího sečení rozložit. Pokud však uživatel nechá trávu příliš přerůst, a následně požaduje po sekačce, aby provedla sečení o více, jak jednu třetinu stébla trávy, pak nastává problém. Nejen, že robotické sekačky mohou mít s posečením vysoké trávy problém a posekaná zahrada nevypadá následně důkladně posečenou, ale může taktéž dojít k poškození sekačky jejím přetížením. Avšak největším problémem při takovémto druhu sečení dochází, když příliš dlouhé stonky trávy odpadávají ke kořenům, které následně zabraňují přístupu živin. [31][32] [37]

### 5.5 Údržba

#### 5.5.1 Základní údržba

Přestože je velká většina těchto strojů zcela automatická, i tak se občas neobejde bez lidské pomoci. Takovou základní činností, kterou zajisté také dobře zná každý majitel běžné sekačky je provádění čištění žacího zařízení od nashromážděné a slepené trávy. Není tomu jinak i u robotických sekaček, u kterých je taktéž občas nutné vyčistit tento prostor od nepotřebné trávy. Nejčastěji k tomu nashromáždění dochází, když bývá sečení naplánováno na ranní hodiny, kdy trávu ještě pokrývá rosa a dochází k lepení se trávy.

Dalšími kroky údržby, které je potřebné kontrolovat při samostatném sečení, bývá kontrola, zda nedošlo k zamotání některého z koleček u sekačky. Nejčastěji k takovémuto zamotání dochází v případech, kdy je opět špatně nainstalovaný vodící kabel. Robotická sekačka na něj najede, a pokud není správně uchycen k zemině, může docházet k jeho zamotávání se do koleček. [38]

Následujícím úkonem k údržbě robotické sekačky je možnost snižování nebo zvyšování žacího zařízení podle našich představ o dokonalém trávníku. Jednotlivé značky mají systém obměny výšky žacího stroje řešený dle vlastního uvážení. U většiny značek je tato obměna



velmi rychlá, avšak u některých je potřeba celou sekačku otočit a použitím speciálních nebo běžných klíčů provést údržbu. Rozmezí výšky žacího zařízení u dostupných robotických sekaček, které je možno nastavit je vesměs u všech sekaček podobné a pohybuje se přibližně od 20 do 60 mm. [30]



*Obr. 26 Zašpiněné žací zařízení robotické sekačky [19]*

#### 5.5.2 Výměna břitů

Méně častou, avšak taktéž velmi důležitou údržbou, kterou je zapotřebí provádět pro dosažení krásného trávníku, je výměna žacích břitů. Pokud jsou břity ostré, pak poskytují čisté, bezpečné a účinné sekání, ale naopak břity tupé, budou konce trávy pouze trhat a drtit, což může mít za následek vstup chorob do trávníku. Výrobci uvádí, že břity vydrží být ostrými až po dobu jednoho roku. Tuto skutečnost však může velmi ovlivnit charakter pozemku, na kterém je sekačka využívána. Jak již bylo zmíněno, sekačka není schopna zaznamenat nízké kořeny stromů, nebo malé kamínky. Ty mají pak za následek otupování žacích břitů, které je následně nutné měnit častěji. [30] [38]

#### 5.5.3 Životnost baterie

Dalším úkonem k údržbě sekačky, kterému se nevyhne žádný dlouhodobější uživatel robotické sekačky, je výměna baterie. Jak tomu již bývá, veškeré baterie postupem času ztrácí svou životnost a baterii je nutno vyměnit za novou. V prvé řadě, bychom měli dbát zvýšené pozornosti, již při výběru sekačky, jakou baterii obsahuje. Pokud chceme, aby baterie déle vydržela, měli bychom kupovat baterii alkalickou, nejlépe typu Li-Ion. Na životnost baterii mají vliv 3 hlavní faktory. Prvním z nich je, jak moc namáháme sekačku, druhou, jak příkladně se staráme o baterii a poslední, jakým podmínkám sekačku vystavujeme. Veškerí výrobci tvrdí, že baterie vydrží od 1 až do 4 let, v závislosti na již zmíněných 3 faktorech. Například sekačky od firmy Husqvarna vydrží 2-4 sezony, pokud je využíváme k práci 6 měsíců ročně na ploše 800 m<sup>2</sup>. Navíc s používáním spínače neboli timeru lze šetřit baterii. Nové baterie lze dokoupit u všech výrobců a většinou se pohybují okolo 2 500 Kč. [27][31] [38]

#### 5.6 Bezpečnost

Jednou z hlavních a nejdiskutovanějších otázek pro budoucí majitele je, zda mohou být sekačky, jejichž provoz je zcela automatický, bezpečné. Veškerí hlavní výrobci robotických sekaček se souhlasně shodují, že jejich výrobky jsou dostatečně vybaveny tak, aby nemohli ublížit svému okolí. Velký pozor si však musíme dávat na „no name“ výrobce, převážně ze zemí východní Asie, jakými je například Čína. Robotická sekačka je dosti složité zařízení, se



spoustou čidel a ostatních automatických zařízení, na které je potřeba dávat si velký pozor. Z tohoto důvodu, bych při výběru robosekačky, neuvažoval o koupi těchto strojů, jen z důvodu, že ušetřím pár korun. U výrobců sekaček, které mají s výrobou robotický sekaček zkušenosti a dbají na bezpečnost, můžeme naleznout řadu bezpečnostních prvků. Všechny sekačky jsou vybaveny snímači nazvednutí, které při nadzvednutí sekačky okamžitě vypnou pohon žacího zařízení, aby nedošlo k újmě na zdraví. K tomu vypnutí dojde, i pokud dojde k samovolnému převrácení. Například sekačky Robomow jsou dále vybaveny dětskými pojistkami, která zabrání spouštění sekačky dítětem. Z dalších prvků, je to ochrana proti přehřátí, snímače na náraz, který při nárazu vypne žací zařízení, otočí sekačku a po částečném poodjetí znovu spustí žací zařízení.

Přestože jsou nejvybavenější modely vybaveny velkou spoustou bezpečnostních prvků, i tak bych v době, kdy sekačka provádí sečení, nepouštěl na sečnou plochu malé děti či domácí mazlíčky, které může sekačka nadměru ohromit a jejich drobných končetin by si nemusela sekačka všimnout a došlo by k neštěstí. [31] [37]

### 5.7 Váha i s baterií

Další vlastností, kterou je potřeba zmínit je, zda nejsou sekačky příliš těžké, a někteří uživatelé by s jejím užíváním mohli mít problém. Váha jednotlivých modelů od různých výrobců se liší především stupněm vymoženosti. Je zřejmé, že robotické sekačky s větší kapacitou baterie a výkonnějším žacím ústrojím bude přece jen těžší než základní modely. Váha jednotlivých sekaček se pohybuje v rozmezí od 6 do 14 Kg. Například robotické nejlevnější sekačky od firmy Husqvarna váží 6,7 Kg a dvě nejvýkonnější sekačky od téže firmy jakými je Husqvarna Automower 430X respektive Husqvarna Automower 265 ACX váží 13,2 respektive 12,9 Kg. [30]

### 5.8 Cena

Ceny jednotlivých modelů, je taktéž velmi rozmanitá. Startují na částce okolo 15000 Kč, avšak více kvalitní značky si trochu připlatíme a jejich ceny začínají okolo 25000 Kč a výš. Mezi nejdražší sekačky patří ty, které jsou k poloprofesionálnímu užívání a jejich cena se může vyšplhat až na částku 115000 Kč. Následně, již záleží zcela na budoucím majiteli, jak výkonnou a vybavenou sekačku si pořídí. Je velmi důležité již při vybírání dbát, na to, jak velkou oblast má robotická sekačka posekat, a na jakou plochu je sekačka vhodná, aby došlo k ideálnímu posekání. Pokud majitel disponuje jen malou zahrádkou bez překážek a většího sklonu, bude pro něj dostačující některá z levnějších modelů. Jestliže však je oblast velká, velkého sklonu či s mnoha překážkami, vyplatí se majiteli za sekačku připlatit. [27][30]



Obr. 27 Dnes se robotické sekačky inzerují i na plakátech (Foto Branislav Lacko)



## 6. Závěr

Na začátku této práce byly přehledně vymezeny vybrané, základní pojmy z oblasti robotiky. Byly taktéž uvedeny, některé z definic, které se používají k charakteristice robotiky. Dále k jakému užívání dochází v průmyslu a jak roste počet a cena robotů užívaných v průmyslu.

Rozdílné pojetí definic servisní robotiky různými lidmi, byla první část, kterou jsem se v této kapitole zabýval. Následně byly představeny obory, ve kterých se servisní robotika užívá i se základními představiteli. Po té byly zmíněny typy lokomočních ústrojí, se kterými se můžeme potkat, a ve kterých prostředích se mobilní roboti vyskytují i se zmíněnými představiteli. V druhé části této kapitoly jsem se zaměřil na servisní robotiku, která byla předmět mé bakalářské práce, a to servisní robotiku užívanou v zahradnictví. V této podkapitole byly především uvedeny jednotlivé typy strojů užívaných na zahradě, které slouží k usnadnění naší práce. Součástí byl popis jednotlivých zařízení, popis funkce a zmíněné některé zařízení i s přidanými fotkami jsem zakončil druhou část této práce.

Následně jsem se již plně zabýval typem strojů zahradní robotiky, které jsem si zvolil k hlavnímu popisu a to robotickými, neboli automatickými sekačkami. Nejdříve, jsem zabýval konceptem takového zařízení, ve kterých byly popsány pojezdová zařízení, sekací zařízení, zda sekačky disponují zásobníkem na posekanou trávu a zda užívají spíše motorových či elektrických agregátů. V následující podkapitole bylo vysvětleno, jakou inteligencí tyto sekačky jsou vybaveny, do čehož řadíme, signalizační stavy, jak sekačka zjistí, která část je posekána a zda sekačky jsou schopny zastavit před překážkami. V poslední podkapitole jsem se zaměřil na použité automatizované prostředky. To vše bylo součástí třetí kapitoly.

Potencionální vlastníky bude nejvíce zajímat část, ve které jsem se zvláště zaměřil na témata, do kterých patří i 2 nejvýznamnějších a to potíže a přínosy. V první části jsem se zabýval, jak dlouho vydrží sekačky sekat na jedno nabití a jak dlouho se nabíjí. Zmínil jsem i některé typy sekaček a jejich výdrž. V následující podkapitole jsem zmínil typy přínosů, které mohou pro uživatele mít. Dalším tématem v této části jsou způsoby využívání sekaček, jak v domácí tak profesionální oblasti. V další části jsem se zaměřil na další z větších tématem, kterým jsou potíže, se kterými se při užívání setkáme. Součástí této kapitoly je taktéž podkapitola o bezpečnosti, na kterou je v současnosti vrhána velká pozornost, zvláště u rodin s malými dětmi. Navíc jsem do své bakalářské práce zahrnul i kapitolu o údržbě, která některé lenivé budoucí vlastníky bude zajímat nejvíce. Součástí je, jak údržba, která je prováděna jak po každém sečení, tak i jednou za sezonu. Jako poslední 2 části jsem zmínil, v jakém rozmezí se pohybuje cena sekaček, a že je lepší si trochu připlatit, a druhou částí je váha, jaké dosahují sekačky. Veškeré tyto fakta byli součástí poslední kapitoly.

Analýza mé bakalářské práce potvrzuje, že poroste nejen počet různých servisních robotů, ale významně se budou nasazovat i v oblasti zahradnictví. Tím jsem splnil veškerá zadání mé práce, které byly zmíněny v zadání. Navíc jsem přidal i některé kapitoly, které jsou dle mého důležité a mohou pomoci při výběru i samotným užívání robotických sekaček.

#### Použitá literatura:

- [1] NOVÁK, P. Mobilní roboty. Praha: BEN Praha, 2005. 247s. ISBN 80-7300-141-1
- [2] KÁRNÍK, L. Nasazování servisních robotů do nestrojírenských oblastí. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2010. 133 s. ISBN 80-7226-249-1.
- [3] OPLATEK, František, Miloš LUNER, Jiří OSOBA, Karel SVOBODA a Ladislav ŠMEJKAL. Automatizace a automatizační technika 4: automatické systémy. Praha: Computer Press, 2000. ISBN 80-722-6249-1.
- [4] Časopis Automa 10/2010, str. 16-18 [cit.2016-25-4]. Dostupné z: [http://automa.cz/index.php?id\\_document=41046](http://automa.cz/index.php?id_document=41046)
- [5] Časopis Automa 2003, [cit.2016-25-4]. Dostupné z: [http://automa.cz/index.php?id\\_document=31497](http://automa.cz/index.php?id_document=31497)
- [6] Armádní noviny 11/2014, [cit.2016-25-4]. Dostupné z: <http://www.armadinoviny.cz/cesky-vojensky-robot-taros-6c3976-v2.html>
- [7] Středoškolská odborná činnost 2014, str. 1-42 [cit.2016-25-4]. Dostupné z: <http://x-rob.blogspot.cz/p/kracejici-robot-v40.html>
- [8] UHEREK, Vítězslav. Konstrukce mobilního robotu. Brno, 2008. Bakalářská práce. Vysoké učení technické, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav automatizace a měřicí techniky.
- [9] KÁRNÍK, Ladislav. Využití servisních robotů v nestrojírenských aplikacích [online]. Ostrava, 2011 [cit. 2016-04-27]. Dostupné z: <http://projekty.fs.vsb.cz/147/ucebniopory/978-80-248-2728-5.pdf>
- [10] On-line deník. E-mostECKO. [online]. 25.4.2016 [cit. 2016-04-25]. Dostupné z: <http://www.e-mostECKO.cz/zdravi/5320-video-v-krajske-zdravotni-bude-operovat-nejmodernejsi-robot-v-ceske-republice>
- [11] Webová stránka. Extrémní zasklívání. [online]. 25.4.2016 [cit. 2016-04-25]. Dostupné z: <http://www.extremnizasklivani.cz/zasklivaci-robot>
- [12] BAZÉNOVÝ VYSAVAČ ZODIAC VORTEX 2. Zodiac [online].[cit. 2016-04-25]. Dostupné z: <http://www.aztechnika.cz/bazenovy-vysavac-zodiac-vortex-2-23913.html>
- [13] IROBOT LOOJ. iRobot [online].[cit. 2016-04-25]. Dostupné z: <http://www.irobot.com/For-the-Home/Outdoor-Maintenance/Looj.aspx>
- [14] ROBOMOW RC 308. Robomow [online].[cit. 2016-04-25]. Dostupné z: <http://www.namir.cz/sekacky/roboticke-sekacky/>
- [15] HONDA RASEN ROBOTER MIIMO 310. Honda [online].[cit. 2016-04-25]. Dostupné z: <http://www.boerger-motorgeraete.eu/Automatische-Rasenmaeher-Automower/Honda-Rasen-Roboter-MIIMO/Honda-Rasen-Roboter-MIIMO-310---Neuheit.html>

- [16] GARDENA R40Li. Gardena [online]. [cit. 2016-04-25]. Dostupné z: <http://www.grandic.cz/sekacky-benzinove-elektricke-aku-rucni-gardena-r40li-roboticka-sekacka-li-ion-18v-gardena>
- [17] GARDENA CZECH. Gardena robotická sekačka R40Li, R70Li, R80Li – instalace, kapitola 1, princip fungování. In: Youtube [online]. Zveřejněno 18. 05. 2015 [cit. 2016-4-27]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=PTSTcUyXQVc>
- [18] Návod k používání. Gardena. [online]. 25.4.2016 [cit. 2016-04-25]. Dostupné z: [http://www.gardena.com/ddoc/GARO/GARO2014\\_EUcs/GARO2014\\_EUcs\\_115594\\_3-90.pdf](http://www.gardena.com/ddoc/GARO/GARO2014_EUcs/GARO2014_EUcs_115594_3-90.pdf)
- [19] NÝVLT, Václav. Na vlastní trávu: robotická sekačka poseká pravou českou zahradu bez vás. *Technet* [online]. 2010 [cit. 2016-04-25]. Dostupné z: [http://technet.idnes.cz/na-vlastni-travu-roboticka-sekacka-poseka-pravou-ceskou-zahradu-bez-vas-1a5-/tec\\_technika.aspx?c=A100608\\_112449\\_tec\\_technika\\_nyv](http://technet.idnes.cz/na-vlastni-travu-roboticka-sekacka-poseka-pravou-ceskou-zahradu-bez-vas-1a5-/tec_technika.aspx?c=A100608_112449_tec_technika_nyv)
- [20] KABEŠ, Karel. Průmyslové a servisní roboty dobývají svět. *Automa*. 2016, 17(2), 38-40.
- [21] KABEŠ, Karel. Robotika v zemědělství je na vzestupu. *Automa*. 2015, 16(2), 47-48.
- [22] BARTOŠÍK, Petr. Co je to servisní robotika a jaké jsou její perspektivy? *Automa*. 2014, 15(5), 6-9.
- [23] KABEŠ, Karel. Člověk a robot ve službě pacientům. *Automa*. 2016, 17(2), 40-41.
- [24] UHEREK, Vítězslav. Konstrukce mobilního robotu [online]. Brno, 2008. Bakalářská práce. Vysoké učení technické. Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií. [cit. 2016-04-27]. Dostupné také z: [https://www.vutbr.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=8945](https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=8945)
- [25] KÁRNÍK, Ladislav. Praktické aplikace servisních robotů [online]. Ostrava, 2011 [cit. 2016-04-27]. Dostupné z <http://projekty.fs.vsb.cz/147/ucebniopory/978-80-248-2727-8.pdf>.
- [26] ŘEHÁKOVÁ, Eva. Kdo vymyslel slovo robot? Karel Čapek to nebyl!. *Factory automation* [online]. 2014 [cit. 2016-04-27]. Dostupné z: <https://factoryautomation.cz/kdo-vymyslel-slovo-robot-karel-capek-to-nebyl/>
- [27] Test robotických sekaček 2014. *dTest*. 2014, (4), 32-38.
- [28] Jak vybrat robotickou sekačku. *dTest* [online]. 2014 [cit. 2016-04-28]. Dostupné z: <https://www.dtest.cz/clanek-3555/jak-vybrat-robotickou-sekacku>
- [29] Jak si vybrat správnou robotickou sekačku?. *Český kutil* [online]. 2015 [cit. 2016-04-28]. Dostupné z: <http://www.ceskykutil.cz/jak-si-vybrat-spravnu-robotickou-sekacku>
- [30] BAREŠ, Michal a Martin JAEGER. Tady sečou roboti. *Chip*. 2014, (9), 76-78.

- [31] Robotické sekačky na trávu. In: Bydlení 12 [online]. Pardubice, 2015 [cit. 2016-04-28]. Dostupné z: <http://www.bydleni12.cz/roboticke-sekacky-na-travu/>
- [32] BURZA, Marek. Ceny robotických sekaček šly dolů, stávají se rovnocennou alternativou. Hobby [online]. 2012 [cit. 2016-04-28]. Dostupné z: [http://hobby.idnes.cz/roboticka-sekacka-vyber-0sv-/hobby-zahrada.aspx?c=A120905\\_105540\\_hobby-zahrada\\_bma](http://hobby.idnes.cz/roboticka-sekacka-vyber-0sv-/hobby-zahrada.aspx?c=A120905_105540_hobby-zahrada_bma)
- [33] Neriskujte a nechejte čištění okapů na robotovi. *Bydlení* [online]. 2013 [cit. 2016-04-28]. Dostupné z: <http://www.bydleni.cz/clanek/Neriskujte-a-nechejte-cisteni-okapu-na-robotovi>
- [34] VÍCHOVÁ, Ilona. Krásná a čistá voda v bazénů? Pomůže vysavač. Aktuálně.cz [online]. 2012 [cit. 2016-04-28]. Dostupné z: <http://zpravy.aktualne.cz/ekonomika/bydleni/krasna-a-cista-voda-v-bazenu-pomuze-vysavac/r~i:article:748450/>
- [35] NACHTMANOVÁ, Petra. Trend moderních zahrad: zavlažovací systémy. Abeceda zahrady a bydlení [online]. [cit. 2016-04-28]. Dostupné z: <http://abecedazahrady.dama.cz/clanek/trend-modernich-zahrad-zavlazovaci-systemy>
- [36] Husqvarna Automower 2016. Husqvarna, 2016. Tištěný leták.
- [37] ZANDL, Patrick. Robotická sekačka Robomow: jak dobře poslouží na zahradě. In: *Marigold* [online]. 2014 [cit. 2016-05-11]. Dostupné z: <http://www.marigold.cz/item/roboticka-sekacka-robomow-jak-dobre-poslouzi-na-zahrade>
- [38] HUSQVARNA [online]. Husqvarna Automower ®320/330X. Návod k použití. 2013. [cit. 2016-05-11]. Dostupné z: [http://www.husqvarna.com/ddoc/HUSO/HUSO2013\\_EUcs/HUSO2013\\_EUcs\\_1154923-90.pdf](http://www.husqvarna.com/ddoc/HUSO/HUSO2013_EUcs/HUSO2013_EUcs_1154923-90.pdf)
- [39] WINKLER, Zbyněk. Robotika.cz [online]. 2005-12-05 [cit. 2016-5-18]. Dostupné z: <http://robotika.cz/guide/odometry/cs>
- [40] LACHNYT, Zdeněk. Inerciální snímače pro zpřesňování odometrie mobilních robotů [online]. Brno, 2007 [cit. 2016-05-19]. Dostupné z: [http://autnt.fme.vutbr.cz/szz/2007/BP\\_Lachnit.pdf](http://autnt.fme.vutbr.cz/szz/2007/BP_Lachnit.pdf) . Bakalářská práce. Vysoké učení technické. Vedoucí práce Ing. Pavel Houška, Ph.D.
- [41] MEJZLÍK, Bohumír. Všesměrový synchronní podvozek [online]. Brno, 2009 [cit. 2016-05-19]. Dostupné z: [https://dspace.vutbr.cz/bitstream/handle/11012/2199/Bohumir\\_Mejzlik.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.vutbr.cz/bitstream/handle/11012/2199/Bohumir_Mejzlik.pdf?sequence=1&isAllowed=y) . Diplomová práce. Vysoké učení technické. Vedoucí práce Prof. Ing. František Šolc, CSc.
- [42] KONFRŠT, Pavel. Všesměrový podvozek robota se servopohony a základní odometrie [online]. Pardubice, 2012 [cit. 2016-05-19]. Dostupné z: [http://dspace.upce.cz/bitstream/handle/10195/48625/KonfrstP\\_VsesmerovyPodvozek](http://dspace.upce.cz/bitstream/handle/10195/48625/KonfrstP_VsesmerovyPodvozek)

[PR\\_2012.pdf;jsessionid=F976480BFF33DCB7E2BB6EB75FB089C8?sequence=2](#) .

Bakalářská práce. Univerzita Pardubice. Vedoucí práce Ing. Pavel Rozsival.

- [43] VRÁTIL, Šimon. Návrh a realizace konstrukce autonomního mobilního robotu [online]. Brno, 2010 [cit. 2016-05-19]. Dostupné z: [https://www.vutbr.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=31676](https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=31676) .  
Bakalářská práce. Vysoké učení technické. Vedoucí práce ING. Tomáš Marada, PH.D.

## Seznam použitých zkratk

IFR            International Federation of Robotics

R.U.R.        Rossum's Universal Robots



## Seznam příloh

1. CD obsahující elektronickou verzi práce